

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-300985

(43)Date of publication of application : 28.10.1994

(51)Int.Cl.

G02B 27/22

G02B 21/22

G02B 21/36

(21)Application number : 05-087145

(71)Applicant : NAGASHIMA IKA KIKAI KK  
MOCHIZUKI AKIRA

(22)Date of filing : 14.04.1993

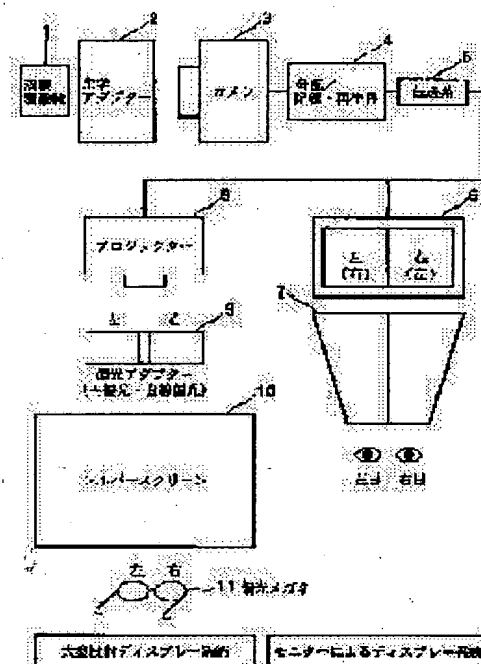
(72)Inventor : MOCHIZUKI AKIRA  
NAGASHIMA SHINROKUROU  
SAITO HIROSHI

## (54) OPTICAL ADAPTER FOR STEREOSCOPIC VISION AND STEREOSCOPIC SYSTEM

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide an optical adapter for stereoscopic vision for respectively picking up videos for right and left eyes from a binocular microscope and a stereoscopic system of one system capable of easily realizing stereoscopic vision by using a simple and inexpensive equipment.

**CONSTITUTION:** The videos from the binocular microscope 1 picked up by a wide-vision camera 3 in a state where they are separated to the video signals for the right and left eyes by an image pickup system optical adapter 2 are monitored through a distributing/recording and reproducing system 4 and a transmission system 5 as the video signal of one system. As to a display system by a monitor, the right and left videos are divided and displayed on the display screen of a wide-vision system monitor 6; and the stereoscopic vision is realized by the optical adapter 7 functioning as an observation auxiliary device respectively dividing the right and left screens to the right and left eyes.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.04.1993

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 04.06.1996

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] An optical adapter for stereoscopic vision characterized by having an input means to input a video signal for a left eye and right eyes, respectively, an image rotation means to make a normal image rotate a video signal on either side inputted from this input means, respectively, and an output means to output a normal image of right and left which rotated with this image rotation means, respectively.

[Claim 2] A stereoscopic vision system characterized by having an image pick-up means to picturize a video signal for a left eye and right eyes from a binocular microscope and this binocular microscope, respectively, an inclusion means to record an image of right and left picturized with this image pick-up means, respectively, and a solid image reproduction means to reproduce 3-dimensional scenography based on an image of right and left recorded on this inclusion means.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

**DETAILED DESCRIPTION**

**[Detailed Description of the Invention]**

**[0001]**

**[Industrial Application]** This invention relates to the optical adapter for stereoscopic vision and stereoscopic vision system which tie a wide vision (HDTV) camera to a binocular microscope, and make stereoscopic vision possible, concerning an optical adapter.

**[0002]**

**[Description of the Prior Art]** In the operation of the brain surgery which needs a detailed and exact therapy recent years especially, ophthalmology, otorhinolaryngology, etc., in case the main way person performs an operation, carrying out the expansion inspection only of the surgical operating suite of a delicate blood vessel or a nerve in three dimensions using a binocular microscope, the system to which an assistant, a nurse, an engineer, etc. can inspect an operation to coincidence by side \*\*\*\* of a binocular microscope is put in practical use.

**[0003]**

**[Problem(s) to be Solved by the Invention]** However, in the above-mentioned conventional example, since the assistant etc. was inspecting only image of one of the two from side \*\*\*\* of a binocular microscope, he had the defect that the main way person could see only a superficial image unlike the three-dimensional image currently inspected with both eyes. Moreover, the expensive device of dedication is needed, the system is built by two lines which became independent respectively until it results in an image pick-up, inclusion playback, distribution transmission, a display, etc., and it had become with the failure especially in respect of spread utilization of the complexity, the device installation cost, the running cost high, etc. of a system, such as synchronized-operation-izing of an inclusion reversion system, to display operation conditions, such as brain surgery, on inclusion or a CRT monitor with VTR in three dimensions.

**[0004]** This invention was accomplished in order to solve the above-mentioned technical problem, and it aims at offering the optical adapter for stereoscopic vision for picturizing the image the left eye from a binocular microscope, and for right eyes, respectively, and one stereoscopic vision system which makes stereoscopic vision possible easily using a simple and cheap device.

**[0005]**

**[Means for Solving the Problem]** In order to attain the above-mentioned purpose, an optical adapter for stereoscopic vision of this invention has the following configurations. It has an input means to input a video signal for a left eye and right eyes, respectively, an image rotation means to make a normal image rotate a video signal on either side inputted from this input means, respectively, and an output means to output a normal image of right and left which rotated with this image rotation means, respectively.

**[0006]** Moreover, a stereoscopic vision system of this invention has the following configurations. It has an image pick-up means to picturize a video signal for a left eye and right eyes from a binocular microscope and this binocular microscope, respectively, an inclusion means to record an image of right and left picturized with this image pick-up means, respectively, and a solid image reproduction means to reproduce 3-dimensional scenography based on an image of right and left recorded on this inclusion means.

[0007]

[Function] According to this configuration, stereoscopic vision is easily made possible by picturizing the video signal for a left eye and right eyes by one set from a binocular microscope, and recording and reproducing the image of the picturized right and left by one set.

[0008]

[Example] Hereafter, one suitable example which starts this invention with reference to a drawing is explained to details. Drawing 1 is drawing showing the whole solid visual system configuration in an example. In this drawing, 1 is a binocular microscope and is used in the operation of the brain surgery which needs a detailed and exact therapy. 2 is an image pick-up system optical adapter, and outputs the image for a left eye and right eyes from a binocular microscope 1, respectively. 3 is a television camera, for example, the camera for wide visions (HDTV), and the optical adapter 2 is added. This output signal is still the usual method, and not the drawing of H:V=16:9 of one sheet but each on either side consists of picture signals of H:V=8:9 only for the portion of a picture signal. 4 is distribution / inclusion, and a reversion system, and mentions in it and reproduces distribution or an above-mentioned video signal from a binocular microscope 1 to a display network and a large-sized projection display network according a video signal to a monitor. 5 is a transmission system and is transmitted to the display of the wide vision method which mentions an above-mentioned video signal later. each right and left which 6 is a television monitor and had the parallax of each right and left in the screen area which divided the oblong display screen (H:V=16:9) into about two by displaying according to the sent signal at right and left — an independent image is formed. 7 is an optical adapter as an observation auxiliary device, and makes stereoscopic vision possible by making it deviate so that it may become the screen left part of a television monitor 6, the eye of right and left of each image of the right part of an observer, and parallel.

[0009] 8 is a projector and projects a light figure according to the signal distributed to the large-sized projection display network by distribution / inclusion, and the reversion system 4. 9 is a polarization adapter and contains the polarizing filter for polarizing the light figure of the optical-system mirror for projecting the light figure of each right and left on which it was projected from the projector 8 on the same location on the Silva-screen 10, and each right and left. In addition, about a detailed configuration, it mentions later.

[0010] In the above configuration, the image from the binocular microscope 1 picturized with the wide vision camera 3 is inspected through distribution / inclusion, a reversion system 4, and the transmission system 5 as one video signal in the mode divided into the video signal for a left eye and right eyes by the image pick-up system optical adapter 2. And in the case of the display network by the monitor, an image on either side is divided and displayed on the display screen of the monitor 6 of a wide vision method, and stereoscopic vision is made possible by the optical adapter 7 as an observation auxiliary device which classifies the left screen and right screen to a left eye and a right eye, respectively.

[0011] Next, the configuration and function of the image pick-up system optical adapter 2 and the optical adapter 7 which were mentioned above are explained further in full detail. The image pick-up system optical adapter 2 is explained below first. Drawing 2 is drawing showing the configuration of the optical adapter 2 for stereoscopic vision for connecting operation binocular microscope, one a television camera 3, for example, a wide vision (HDTV) camera, 1.

[0012] The slewing gear (image rotator) 203 which make a right elephant the image within a mirror 201,208, a lens 202,205,207,209, prism 206,210, and a visual field be arrange at bilateral symmetry, respectively, and the optical adapter 2 for stereoscopic vision input the image like the surgical operating suite divided by the half prism (beam splitter) 101 of an operation binocular microscope 1 from the side \*\*\*\* output port of each which be show with a dashed line, and store it in the image position of a television camera 3 so that it may illustrate.

[0013] by this optical adapter 2 for stereoscopic vision, the image of right and left of the same main way part as the main way person is looking through an operation binocular microscope 1 is joined — it can make — the screen of the aspect ratio (9 to 16) of a wide vision — setting — a photograph center on either side — right and left (or right and left) — the center of each image can come. In addition, not only an operation binocular microscope but the optical adapter for

stereoscopic vision can be applied to the endoscope which needs stereoscopic vision. Stereoscopic vision can be acquired by projecting on a monitor the image created as mentioned above. There are the method by the naked eye not using an auxiliary device, for example, the crossing method and a parallel method, and a method by the following observation auxiliary devices as method of this stereoscopic vision. Next, the optical adapter 7 as an observation auxiliary device is explained below.

[0014] Drawing 3 is a plan in the condition of having added the optical adapter 7 to the monitor 6, and drawing 4 is the side elevation. As shown in drawing 3, it consists of opening 71 which has magnitude to which the optical adapter 7 corresponds to a monitor's 6 display screen 61, and an eye contacting part 72 which consists of prism 73 of the shape of a wedge which it is formed in tubed from opening 71, and is mentioned later, and the septum for dividing into right and left is formed in the tubed building envelope. The prism 73 of the shape of an above-mentioned wedge enables it to stare at the image on the displayed screen which serves as a point of fixation substantially in the range of a predetermined distance, when two lines (typical visual axis) 62 and 63 connected, respectively carry out incidence of each central point of the eye of right and left of an observer, a receiving set 6 screen left part, and the right part to the eye of right and left of an observer.

[0015] Moreover, the tubed optical adapter 7 corresponds to the magnitude of a monitor's 6 display screen 61, changes the size between an eye contacting part 72 and opening 71 with an analog, and is made to correspond to the screen size of the monitors 6 various by the eye contacting part 72 which has the same optical property. That is, like the dashed line portion 60 of drawing 4, when a monitor is small, it can be made to correspond by cutting the screen side of the optical adapter 7 and considering as opening, and even if a screen size changes, a work to which an observer's angle of visibility is not changed is carried out.

[0016] <Modification> Although the above-mentioned example explained the case where stereoscopic vision was made possible to one observer to the example, stereoscopic vision is possible also to two or more observers. Drawing 5 is the plan showing the relation between the display screen on the Silva-screen 10 in the large-sized projection display network mentioned above, and the polarization adapter 9, and makes possible stereoscopic vision in the observation auxiliary device in 1:1 systems mentioned above in the observer to whom plurality was limited. In drawing, 91 and 92 are polarizing filters, respectively, and 93 and 94 are the mirrors equipped with the adjustment device of a tilt angle. Here, a light figure on either side is deflected by the optical-system mirrors 93 and 94, and the light figure on which it was projected from the projector 8 polarizes separately with the corresponding polarizing filters 91 and 92, respectively, and is projected on the same location on the Silva-screen 10 in piles. And stereoscopic vision is made possible when an observer uses polarization MEGAME 11.

[0017] Moreover, this invention arranges not only an above-mentioned configuration but two projectors in piles up and down. For example, a light figure is projected through the above-mentioned polarizing filters 91 and 92, respectively so that the right half plane from the upper projector and the left half plane from a lower projector may lap on the Silva-screen. By covering both the projected sides that are the left half plane of the upper projector, and the right half plane of a lower projector with a screen etc., it is also possible to constitute as a simple system which does not need the above-mentioned optical-system mirrors 93 and 94.

[0018] In addition, an above-mentioned screen etc. is not used, but it is a projector or an unnecessary portion may be electrically cut in the preceding paragraph. Not only this but this invention can be utilized for a use as shown below although the example explained above explained the case where it applied to the record / playback and remote transmission by combination, and the real-time display to an operating microscope etc. to the example.

(1) Remote monitors, such as a dangerous-substance site (2) Uninhabited robot remote-operation monitors, such as underwater, underground and highly humid / high pressure, and a high radioactivity site (3) Development record of an accident site etc. of evidence (4) Fixed point observation overly according to a wide stereogram side (for example, observation record of a marine migration object etc.)

(5) solidification of the system by native methods, such as 8mm video of home use, — in this

way According to the example, utilize the wide vision image property of HDTV and a stereogram image is picturized with one camera. By using inclusion by one set of a recording system, distribution transmission by one usual line, and a display with one set of a monitor, and projector Construction of a stereophonic broadcast system is facilitated, and it can be used, without changing an existing wide vision system and an existing device in any way, and is effective in the ability to reduce system cost sharply.

[0019] In addition, various deformation is possible for this invention within limits indicated by the claim, without being limited to the suitable example mentioned above.

[0020]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, the video signal for a left eye and right eyes is picturized by one set from a binocular microscope, and stereoscopic vision is easily made possible by recording and reproducing the image of the picturized right and left by one set.

---

[Translation done.]



\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the stereoscopic vision structure of a system in an example.

[Drawing 2] It is drawing showing the configuration of the optical adapter 2 shown in drawing 1.

[Drawing 3] It is the plan showing connection between a receiving set 6 and the optical adapter 7.

[Drawing 4] It is the side elevation showing connection between a receiving set 6 and the optical adapter 7.

[Drawing 5] It is the plan showing the configuration of the polarization adapter 9 in the case of making stereoscopic vision possible in two or more observers.

[Description of Notations]

- 1 Binocular Microscope
- 2 Optical Adapter
- 3 Wide Vision Camera
- 4 Distribution / Inclusion, and Reversion System
- 5 Transmission System
- 6 Monitor
- 7 Optical Adapter
- 8 Liquid Crystal Projector
- 9 Polarization Adapter
- 10 Silver Screen
- 11 Polarized Glasses

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

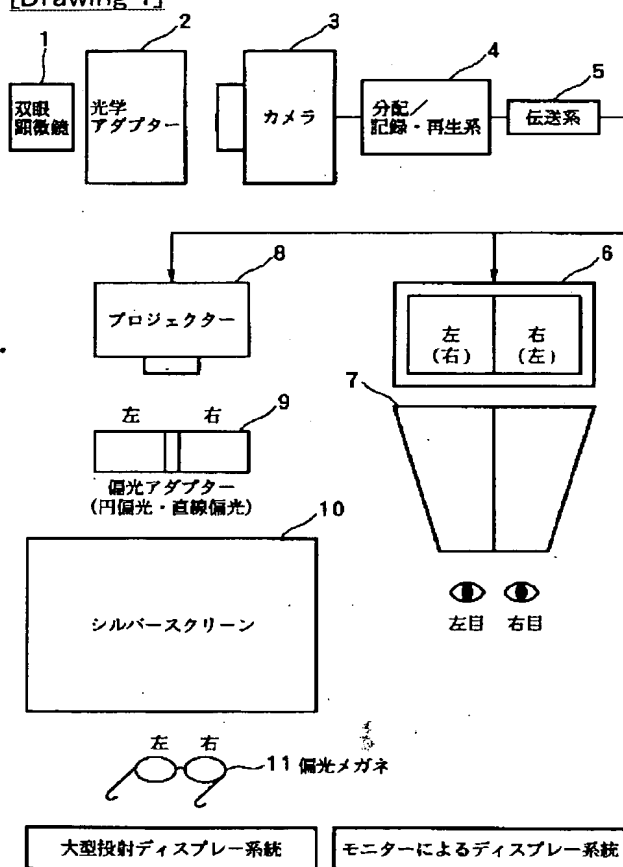
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

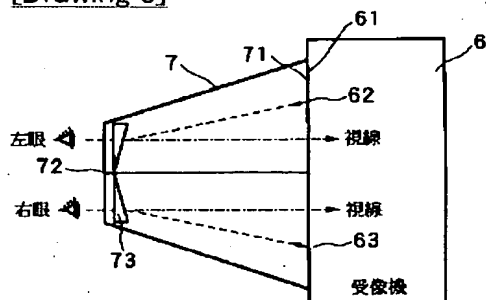
3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

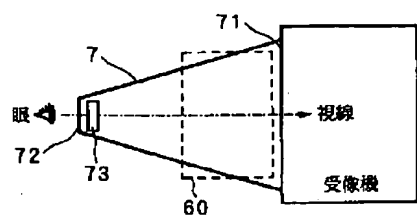
[Drawing 1]



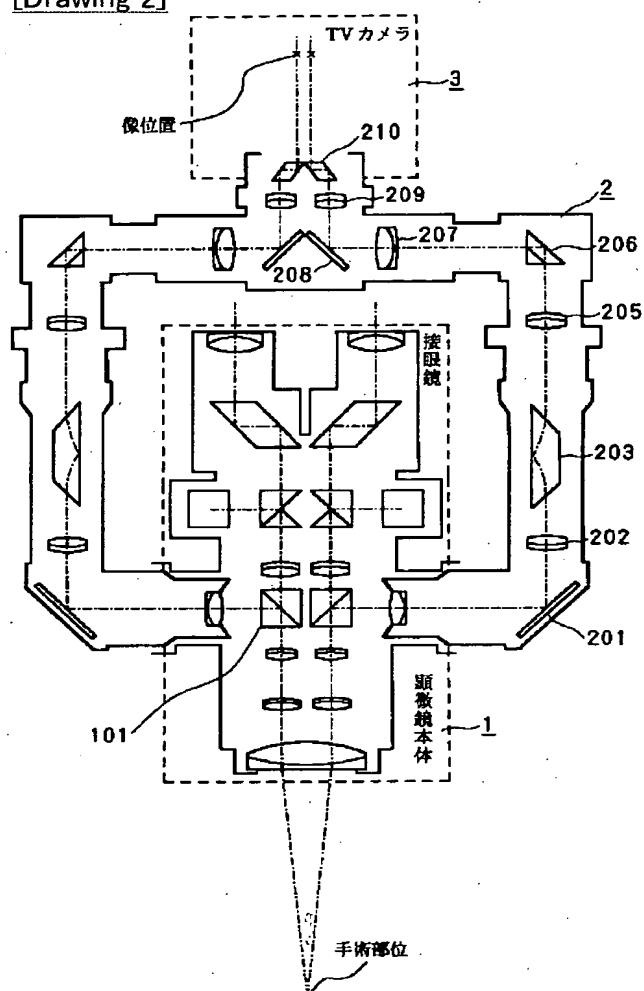
[Drawing 3]



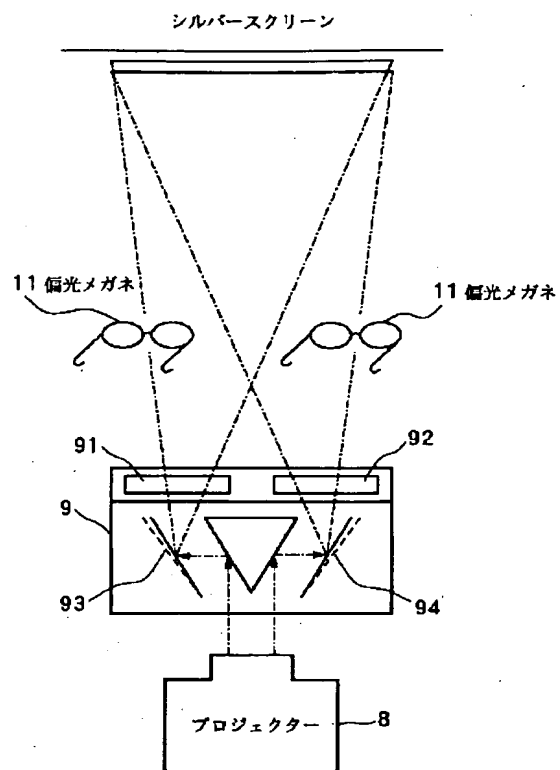
[Drawing 4]



[Drawing 2]



[Drawing 5]



---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-300985

(43) 公開日 平成6年(1994)10月28日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 27/22		9120-2K		
21/22		7625-2K		
21/36		7625-2K		

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平5-87145

(22) 出願日 平成5年(1993)4月14日

(71) 出願人 390034016

永島医科器械株式会社

東京都文京区本郷5丁目24番1号

(71) 出願人 592114161

望月 亮

東京都多摩市鶴牧4丁目1番地11-3

(72) 発明者 望月 亮

東京都多摩市鶴牧4丁目1番地11-3

(72) 発明者 永島 信六郎

東京都文京区本郷5丁目24番1号 永島医  
科器械株式会社内

(74) 代理人 弁理士 大塚 康德 (外1名)

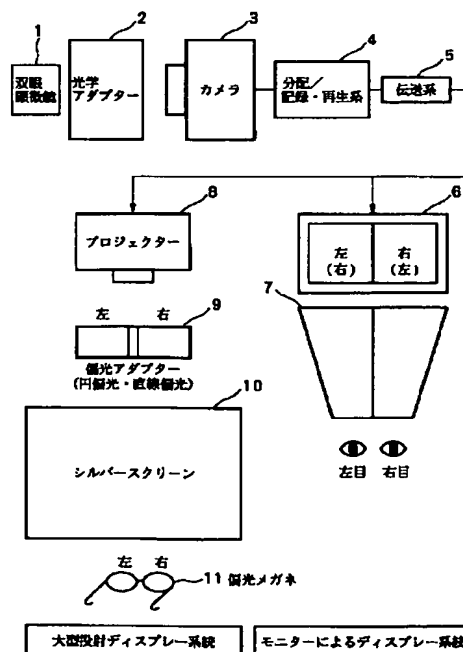
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 立体視用光学アダプター及び立体視システム

(57) 【要約】

【目的】 双眼顕微鏡からの左目、右目の映像をそれぞれ撮像するための立体視用光学アダプター、及び簡便で廉価な機器を利用して容易に立体視を可能とする1系統の立体視システムを提供する。

【構成】 撮像系光学アダプター2により左目、右目の映像信号に分離された状態で、ワイドビジョンカメラ3にて撮像された双眼顕微鏡1からの映像は、1系統の映像信号として分配/収録・再生系4及び伝送系5を介して監察される。そして、モニターによるディスプレイ系統の場合、ワイドビジョン方式のモニター6の表示画面に左右の映像が分割されて表示され、その左画面と右画面をそれぞれ左眼と右眼へ区分する観察補助装置としての光学アダプター7により、立体視を可能とするものである。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 左目、右目用の映像信号をそれぞれ入力する入力手段と、  
該入力手段より入力された左右の映像信号をそれぞれ正像に回転させる像回転手段と、  
該像回転手段で回転された左右の正像をそれぞれ出力する出力手段とを有することを特徴とする立体視用光学アダプター。

【請求項2】 双眼頭微鏡と、  
該双眼頭微鏡より左目、右目用の映像信号をそれぞれ撮像する撮像手段と、  
該撮像手段で撮像された左右の映像をそれぞれ収録する収録手段と、  
該収録手段に収録された左右の映像に基づいて、立体映像を再生する立体映像再生手段とを有することを特徴とする立体視システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は光学アダプターに関し、例えばワイドビジョン（HDTV）カメラを双眼頭微鏡に繋げて立体視を可能とする立体視用光学アダプター及び立体視システムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、特に微細で正確な治療を必要とする脳外科、眼科、耳鼻咽喉科等の手術では、主術者が双眼頭微鏡を用いて微妙な血管や神経の手術部位を立体的に拡大観察しながら手術を行う際、助手、看護婦、技師等も双眼頭微鏡の側視鏡により同時に手術を監視できるシステムが実用化されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来例では、助手等は双眼頭微鏡の側視鏡から片方の映像のみを監視しているため、主術者が両眼で観察している立体的な映像とは異なり、平面的な映像しか見ることができないという欠点があった。また、脳外科等の手術状況を立体的にVTRで収録又はCRTモニターに表示したい場合、専用の高価な機器を必要とし、撮像、収録再生、分配伝送、ディスプレイ等に至るまで各々独立した2系統でシステムが構築されており、特に収録再生系の同期運転化等、システムの複雑性と機器設備費及びランニングコスト高などが、普及実用化の面で障害となっていた。

【0004】本発明は、上記課題を解決するために成されたもので、双眼頭微鏡からの左目、右目用の映像をそれぞれ撮像するための立体視用光学アダプター、及び簡便で廉価な機器を利用して容易に立体視を可能とする1系統の立体視システムを提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の立体視用光学アダプターは以下の構成を有

2

する。左目、右目用の映像信号をそれぞれ入力する入力手段と、該入力手段より入力された左右の映像信号をそれぞれ正像に回転させる像回転手段と、該像回転手段で回転された左右の正像をそれぞれ出力する出力手段とを有する。

【0006】また、本発明の立体視システムは以下の構成を有する。双眼頭微鏡と、該双眼頭微鏡より左目、右目用の映像信号をそれぞれ撮像する撮像手段と、該撮像手段で撮像された左右の映像をそれぞれ収録する収録手段と、該収録手段に収録された左右の映像に基づいて、立体映像を再生する立体映像再生手段とを有する。

## 【0007】

【作用】かかる構成によれば、双眼頭微鏡より左目、右目用の映像信号を1台で撮像し、撮像された左右の映像を1台で収録及び再生することにより、容易に立体視を可能とする。

## 【0008】

【実施例】以下、図面を参照して本発明に係る好適な一実施例を詳細に説明する。図1は、実施例における立体映像システムの全体構成を示す図である。同図において、1は双眼頭微鏡であり、微細で正確な治療を必要とする脳外科等の手術において用いられる。2は撮像系光学アダプターであり、双眼頭微鏡1より左目、右目用の映像をそれぞれ出力する。3はテレビカメラ、例えばワイドビジョン（HDTV）用のカメラであり、光学アダプター2が付加される。この出力信号は、通常の方式のままであり、画像信号の部分のみが一枚のH:V=16:9の画ではなく、左右のそれぞれがH:V=8:9の画像信号から構成されている。4は分配/収録・再生系であり、双眼頭微鏡1からの映像信号をモニターによるディスプレイ系統と大型投射ディスプレイ系統とに分配或いは上述の映像信号を収録・再生する。5は伝送系であり、上述の映像信号を後述するワイドビジョン方式のディスプレイへ伝送する。6はテレビモニターであり、送られてきた信号に従って表示を行うことにより、横長の表示画面（H:V=16:9）を左右にほぼ2分割した画面領域に左右それぞれの視差を持った左右それぞれ独立の映像が形成される。7は観察補助装置としての光学アダプターであり、テレビモニター6の画面左部と右部のそれぞれの映像を観察者の左右の目と平行になるように偏向させることにより、立体視を可能とする。

【0009】8はプロジェクターであり、分配/収録・再生系4により大型投射ディスプレイ系統に分配された信号に従って光像を投射する。9は偏光アダプターであり、プロジェクター8から投射された左右それぞれの光像をシルバースクリーン10上の同じ位置に投影するための光学系ミラーと左右それぞれの光像を偏光させるための偏光フィルタとを含む。尚、詳細な構成については後述する。

【0010】以上の構成において、撮像系光学アダプタ

ー2により左目、右目用の映像信号に分離された態様で、ワイドビジョンカメラ3にて撮像された双眼顕微鏡1からの映像は、1系統の映像信号として分配/収録・再生系4及び伝送系5を介して監察される。そして、モニターによるディスプレイ系統の場合、ワイドビジョン方式のモニター6の表示画面に左右の映像が分割されて表示され、その左画面と右画面をそれぞれ左眼と右眼へ区分する観察補助装置としての光学アダプター7により、立体視を可能とするものである。

【0011】次に、上述した撮像系光学アダプター2と光学アダプター7の構成及び機能について更に詳述する。まず撮像系光学アダプター2について以下に説明する。図2は、1台のテレビカメラ、例えばワイドビジョン(HDTV)カメラ3と手術用双眼顕微鏡1とを繋げるための立体視用光学アダプター2の構成を示す図である。

【0012】図示するように、立体視用光学アダプター2はミラー201、208、レンズ202、205、207、209、プリズム206、210及び視野内の像を正象にする回転装置(イメージ・ローター)203が左右対称にそれぞれ配置され、手術用双眼顕微鏡1のハーフ・プリズム(ビーム・スプリッター)101にて分割された手術部位の像を、破線で示すそれぞれの側視鏡取り出し口より入力し、テレビカメラ3の像位置に収めるものである。

【0013】この立体視用光学アダプター2により、主術者が手術用双眼顕微鏡1を通して見ているのと同じ手術部位の左右の像を接合させることができ、ワイドビジョンのアスペクト比(9対16)の画面においては、左右の画面中心に左右(又は右左)それぞれの映像の中心がくるようにすることができる。尚、立体視用光学アダプターは手術用双眼顕微鏡だけでなく、例えば立体視を必要とする内視鏡等に適用することも可能である。以上のようにして作成された映像をモニターに映し出すことにより、立体視を得ることができる。この立体視の方法には、補助装置を使わない裸眼による方法、例えば交差法と平行法と以下のような観察補助装置による方法がある。次に、観察補助装置としての光学アダプター7について以下に説明する。

【0014】図3は、モニター6に光学アダプター7を付加した状態の上面図であり、図4はその側面図である。図3に示すように、光学アダプター7はモニター6の表示画面61に対応するような大きさを有する開口部71と、開口部71より筒状に形成され、後述するくさび状のプリズム73からなる接眼部72とで構成され、筒状の内部空間には左右に分割するための隔壁が設けられている。上述のくさび状のプリズム73は、観察者の左右の眼と受像機6画面左部と右部のそれぞれの中心点とをそれぞれ結ぶ2本の線(代表的な視軸)62、63が、観察者の左右の眼に入射したとき実質的に凝視点と

なる表示された画面上の像を所定の距離の範囲に凝視できるようにするものである。

【0015】また、筒状の光学アダプター7は、モニター6の表示画面61の大きさに対応し、相似形のままで接眼部72と開口部71との間の寸法を変化させて、同一の光学特性を有する接眼部72で種々のモニター6の画面寸法に対応させるものである。つまり、図4の破線部分60のように、モニターが小さい場合、光学アダプター7の画面側をカットして開口部とすることにより対応させることができ、画面寸法が変化しても観察者の視野角を変化させないような工夫をしている。

【0016】<変形例>前述の実施例では、1人の観察者に対して立体視を可能とする場合を例に説明したが、複数の観察者に対しても立体視が可能である。図5は、前述した大型投射ディスプレイ系統におけるシルバースクリーン10上の表示画面と偏光アダプター9との関係を示す上面図であり、複数の限定された観察者に前述した1:1システムにおける観察補助装置における立体視を可能にするものである。図において、91及び92はそれぞれ偏光フィルタであり、93及び94は傾斜角の調整機構を備えたミラーである。ここで、プロジェクター8から投射された光像は、光学系ミラー93、94により左右の光像が偏向され、対応する偏光フィルタ91、92でそれぞれ別々に偏光されてシルバースクリーン10上の同一位置に重ねて投影される。そして、観察者が偏光メガメ11を用いることにより立体視を可能とするものである。

【0017】また、本発明は上述の構成に限らず、プロジェクターを2台上下に重ねて配置し、例えば上のプロジェクターからの右半面と下のプロジェクターからの左半面がシルバースクリーン上で重なるように上述の偏光フィルタ91、92を通して光像をそれぞれ投射し、上のプロジェクターの左半面と下のプロジェクターの右半面である投影された両サイドを暗幕等で覆うことにより、上述の光学系ミラー93、94を必要としない簡便なシステムとして構成することも可能である。

【0018】尚、上述の暗幕等を使用せず、プロジェクターで又はその前段で不必要な部分を電氣的にカットしても良い。以上説明した実施例では、手術顕微鏡等への組み合わせによる記録/再生及び遠隔伝送とリアルタイムディスプレイに適用する場合を例に説明したが、本発明はこれに限らず、例えば以下に示すような用途に活用することも可能である。

- (1) 危険物現場等の遠隔監視
- (2) 水中・地下・高温/高圧・高放射能現場等の無人口ボット遠隔操作監視
- (3) 事故現場等の現像証拠記録
- (4) 超ワイド立体画面による定点観測(例えば、海上移動物等の観測記録)
- (5) 家庭用8mmビデオ等、在来方式によるシステムの立

体化

このように、実施例によれば、HDTVのワイドビジョン画像特性を活用し、立体画像を1台のカメラで撮像し、1台の記録系による収録、通常の1系統による分配伝送及び1台のモニターやプロジェクターによるディスプレイを利用することで、立体放送システムの構築を簡便化し、既存のワイドビジョンシステムや機器を何ら変更することなく使用でき、大幅にシステムコストを低減できるという効果がある。

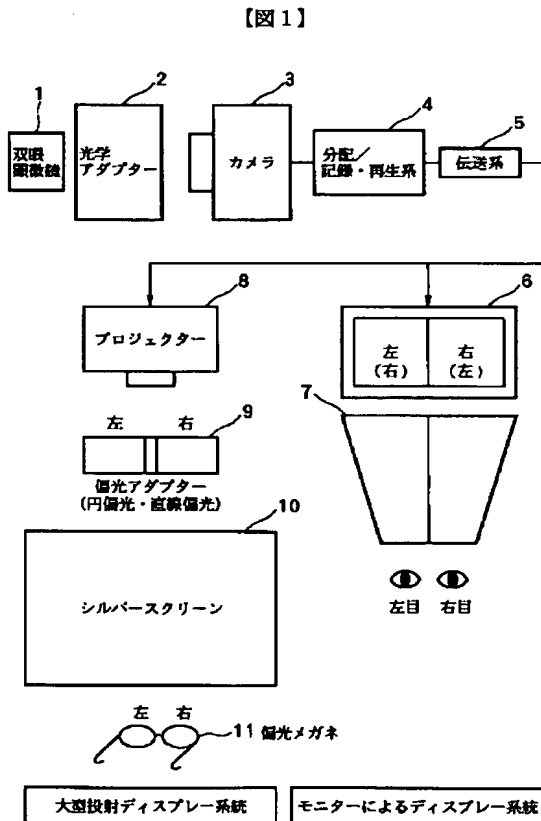
【0019】尚、本発明は、上述した好適な実施例に限10 定されることなく、特許請求の範囲に記載された範囲内において、種々の変形が可能である。

【0020】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、双眼頭微鏡より左目、右目用の映像信号を1台で撮像し、撮像された左右の映像を1台で収録及び再生することにより、容易に立体視を可能とする。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例における立体視システムの構成を示すブロック図である。



【図2】図1に示す光学アダプター2の構成を示す図である。

【図3】受像機6と光学アダプター7との接続を示す上面図である。

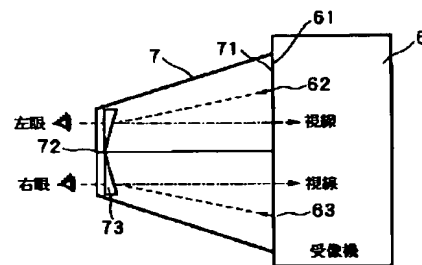
【図4】受像機6と光学アダプター7との接続を示す側面図である。

【図5】複数の観察者に立体視を可能とする場合の偏光アダプター9の構成を示す上面図である。

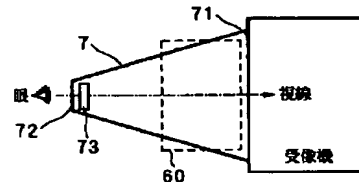
【符号の説明】

- 1 双眼頭微鏡
- 2 光学アダプター
- 3 ワイドビジョンカメラ
- 4 分配/記録・再生系
- 5 伝送系
- 6 モニター
- 7 光学アダプター
- 8 液晶プロジェクター
- 9 偏光アダプター
- 10 シルバースクリーン
- 20 11 偏光メガネ

【図3】

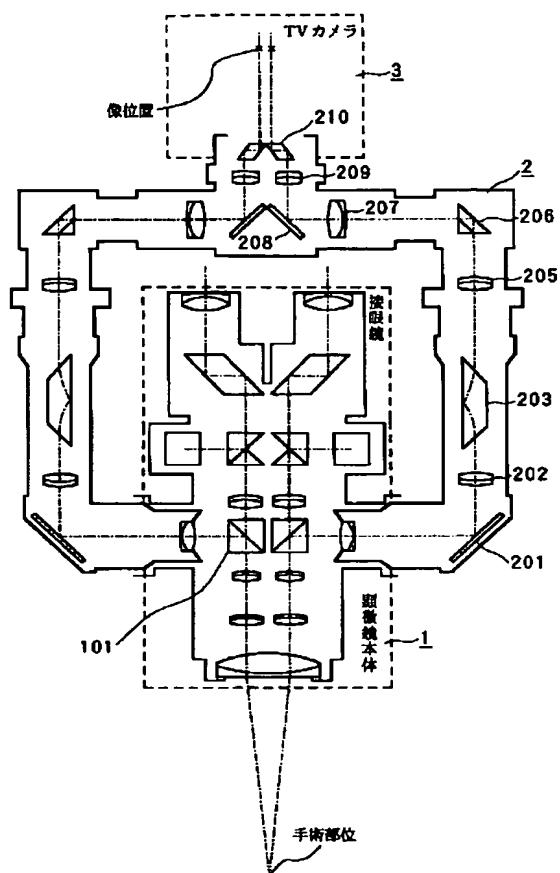


【図4】

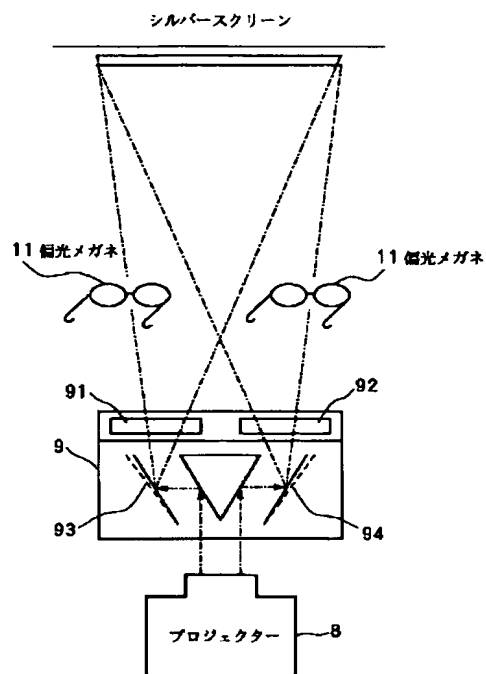




【図2】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 斉藤 博

東京都文京区本郷5丁目24番1号 永島医  
科器械株式会社内

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-214164

(43) 公開日 平成6年(1994)8月5日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 21/02	A	9120-2K		
21/22		8106-2K		

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平5-299136

(22) 出願日 平成5年(1993)11月5日

(31) 優先権主張番号 特願平4-339518

(32) 優先日 平4(1992)11月27日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 中村 信一

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

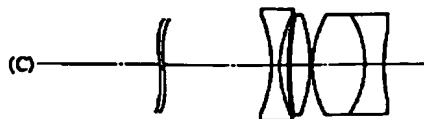
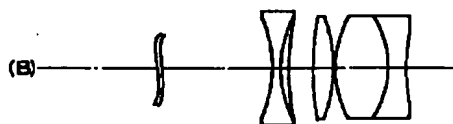
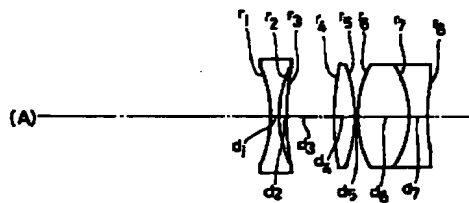
(74) 代理人 弁理士 向 寛二

(54) 【発明の名称】 実体顕微鏡

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、作動距離可変で、しかも倍率の低下や立体感の低下を緩和した対物レンズを有する実体顕微鏡を提供することを目的としている。

【構成】 本発明の実体顕微鏡は、対物光学系と接眼光学系とよりなり、対物光学系が少なくとも二つのレンズ群よりなり、少なくとも一つのレンズ群間隔を変化させ作動距離を変化させるもので、対物光学系の物体より最も遠い面を凹面とした。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 単一の対物光学系の後方に接眼光学系を配置した実体顕微鏡で、前記対物光学系が少なくとも二つのレンズ群よりなり、各レンズ群間の間隔のうち少なくとも一つの間隔の光路長を変化させることにより作動距離を変え得るようにしたものにおいて、前記対物光学系のうち物体より最も遠い面を眼側に凹の面としたことを特徴とする実体顕微鏡。

【請求項2】 前記対物光学系が、物体側から順に、正のレンズ群と負のレンズ群とよりなり、前記正のレンズ群と負のレンズ群との間隔を変化させることにより作動距離を変え得るようにしたもので、前記正のレンズ群が正レンズと負レンズからなる正の接合レンズと単レンズにて構成されていることを特徴とする請求項1の実体顕微鏡。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、作動距離を変えることのできる実体顕微鏡に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来の実体顕微鏡でレンズ交換なしに予め装備されたレンズを移動させるのみで作動距離を変え得るようにしたものがある。特に手術用顕微鏡の場合、作動距離を変え得るようにした顕微鏡が望まれる。

【0003】 手術用顕微鏡として西独特許第24398\*

$$B = (f_s / f_o) \times \beta_A \times \beta_E$$

ただし  $f_o$  は対物レンズ1の焦点距離、 $f_s$  は結像レンズ3の焦点距離、 $\beta_A$  はアフォーカル変倍光学系2の倍率、 $\beta_E$  は接眼レンズ5の倍率である。

【0008】 また立体感は、左右の光軸が物体側で交わる※30

$$\omega = 2 \tan^{-1} (L / 2 f_o)$$

ただし  $L$  は左右の光軸の間隔（基線長）である。

【0010】 従来の単焦点対物レンズにおいては、図14に示すように、1群から成る正のレンズ  $L_1$  が用いられていた。この場合、対物レンズの焦点距離  $f_o$  と作動距離  $WD$  とがほぼ等しい値であった。

【0011】 しかし図15に示す従来例のような、負レンズ  $L_2$  と正レンズ  $L_1$  とよりなる作動距離可変の対物レンズにおいては、特に作動距離の短い時（約150mm）、焦点距離  $f_o$  は作動距離  $WD$  より約1.5～1.7倍も大である。そのために、前記の式（1）、（2）★

$$f_o = f_p \cdot f_s / (f_p + f_s - D) \quad (3)$$

ただし  $f_p$  は負レンズ  $L_2$  の焦点距離、 $f_s$  は正レンズ  $L_1$  の焦点距離、 $D$  は負レンズ  $L_2$  と正レンズ  $L_1$  との主点間隔である。

$$WD = (f_p \cdot f_s - D \cdot f_s) / (f_p + f_s - D) \quad (4)$$

式（3）と式（4）とから焦点距離と作動距離との比は、次の式（5）に示すようになる。

$$\begin{aligned} f_o / WD &= f_p \cdot f_s / (f_p \cdot f_s - D \cdot f_s) \\ &= 1 / (1 - D / f_p) \end{aligned} \quad \begin{aligned} (5) \\ (5') \end{aligned}$$

2

\*20号記載のものが知られている。この顕微鏡は、正レンズと負レンズとを組合わせた対物レンズを有するもので、この対物レンズの負レンズを固定し正レンズを移動させて作動距離を変化させている。

【0004】 また西独実用新案第9003458号に記載の手術用顕微鏡は、前記の顕微鏡と同じ構成で正レンズと負レンズとの間隔を約30mm変化させて作動距離を150mmから450mmまで無段階変化させるようにしている。

【0005】

【発明を解決しようとする課題】 上記の従来の作動距離を変え得るようにした対物レンズは、焦点距離が作動距離よりも大きい値であるので、従来の単焦点対物レンズ（焦点距離と作動距離がほぼ等しい）と同じ作動距離と比較した場合、顕微鏡全体の総合倍率が小さくなり、また立体感が減少するという欠点がある。

【0006】 図13は、ガリレオ型の実体顕微鏡で一般的な手術用顕微鏡の光学系の構成を示す。この光学系は、物体側から順に、左右共通の単一の対物レンズ1と、左右夫々設けられたアフォーカル変倍光学系2と、結像レンズ3と、像の姿勢を補正するポロプリズム4と、接眼レンズ5とにより構成されている。この光学系の全系の総合倍率  $B$  は、次の式（1）で表わされる。

【0007】

(1)

※ときの角度すなわち内向角  $\omega$  に比例し、この  $\omega$  は、次の式（2）で表わされる。

【0009】

(2)

★からわかるように、従来の単焦点対物レンズを用いた実体顕微鏡よりも、同じ作動距離の時を比較すると、総合倍率、立体感共に  $1/1.5 \sim 1/1.7$  に減少する。

【0012】 上記のような対物レンズにおいて、焦点距離  $f_o$  が作動距離  $WD$  より大きくなる点に関して、更に定量的に説明する。図16は、物体側より順に、負レンズ  $L_2$  と正レンズ  $L_1$  とにて構成された従来の作動距離可変対物レンズのパワー配置を示す図である。この図から全系の焦点距離  $f_o$  は、次の式（3）で表わされる。

【0013】

(3)

★【0014】 又レンズ系の作動距離  $WD$  は、次の式（4）で表わされる。

【0015】

(4)

【0016】

特許出願の番号

平成11年 特許願 第375021号

起案日

平成15年12月15日

特許庁審査官

峰 祐治

7635 2V00

特許出願人代理人

金井 英幸 様

適用条文

第29条第2項、第36条

この出願は、次の理由によって拒絶をすべきものである。これについて意見があれば、この通知書の発送の日から60日以内に意見書を提出して下さい。

### 理 由

1. この出願の下記の請求項に係る発明は、その出願前日本国内又は外国において頒布された下記の刊行物に記載された発明に基いて、その出願前にその発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者が容易に発明をすることができたものであるから、特許法第29条第2項の規定により特許を受けることができない。
2. この出願は、発明の詳細な説明の記載が下記の点で、特許法第36条第4項に規定する要件を満たしていない。

記（引用文献については引用文献一覧参照）

#### 1の理由に関して

- ・ 請求項 1、2
- ・ 引用文献 1-3
- ・ 備考

クローズアップ光学系の焦点距離  $f_A$  (単位: mm) を 500 以上とする例が文献2には示されている。

文献3は、ズームレンズ系と光軸間距離縮小素子との間の一对の光学系の構成に関する。

#### 2の理由に関して

「なお、クローズアップ光学系の焦点距離が可変である場合には、焦点距離  $f_A$  は、その最長焦点距離をいうものとする。」（【0009】）という記載があるが最長が500以上であれば最短の数値に拘わらず、従来技術に比して所定の目的効果が常に達成される理由が明らかでない

# 引用文献一覧

1. 特開平6-300985号公報
  2. 特開平6-214164号公報
  3. 実願昭49-047002号（実開昭50-137040号）のマイクロフィルム
- 

## 先行技術文献調査結果の記録

- ・調査した分野    G02B 21/22    A61B 19/00 、508  
                     G02B 27/22

この先行技術文献調査結果の記録は、拒絶理由を構成するものではない。

この拒絶理由通知書への質問は、審査第1部光学装置、峰(TEL 03-3581-1101  
(内)3271 FAX 03-3501-0478)まで御連絡下さい。

3

ここで、前記の西独実用新案第9003458号に記載の実施例の $f_o/W$ Dを求めると下記の通りである。

従来例の例1

$$f_o = -108.1, f_e = 102$$

$$D = 37.5 \text{ の時 } WD = 160, f_o = 253, f_e/W$$

$$D = 15.6 \text{ の時 } WD = 430, f_o = 507.7, f_e/W$$

従来例の例2

$$f_o = -116, f_e = 108.2$$

$$D = 42.8 \text{ の時 } WD = 150, f_o = 248.1, f_e/W$$

$$D = 16 \text{ の時 } WD = 450, f_o = 527.9, f_e/W$$

従来例の例3

$$f_o = -125.4, f_e = 113.9$$

$$D = 45.6 \text{ の時 } WD = 150, f_o = 250.1, f_e/W$$

$$D = 15.8 \text{ の時 } WD = 450, f_o = 522.6, f_e/W$$

従来例の例4

$$f_o = -132.5, f_e = 116.6$$

$$D = 38 \text{ の時 } WD = 193.3, f_o = 286.7, f_e/W$$

$$D = 16.5 \text{ の時 } WD = 409, f_o = 476.5, f_e/W$$

上記の値から、特に作動距離が短い時、焦点距離 $f_o$ は作動距離WDよりも約1.5~1.7倍大になっている。

【0017】ここで対物レンズ以外により総合倍率の低下を防止する方法として次の点がある。

- (A)  $f_e$ の値を大にする。
- (B)  $\beta_e$ の値を大にする。
- (C)  $\beta_o$ の値を大にする。

$f_e$ の値を大にすると、接眼鏡筒部が大型になり、 $\beta_e$ の値を大にするとアフォーカル変倍光学系の収差補正が困難になり、 $\beta_o$ の値を大にすると接眼レンズの射出瞳が小さくなり観察しにくくなる。

【0018】又立体感の減少を防止する対策(D)として、基線長 $L$ を大にする方法がある。しかしこの方法は、顕微鏡全体が大型になり好ましくない。

【0019】前記の総合倍率の低下等の防止のための対策のうち(A)、(B)、(D)は実体顕微鏡の基本仕様に関係するものであり、そのため新たな設計や製作を行わずに簡単に変更し得るものではない。また従来の実体顕微鏡の交換式単焦点対物レンズの代りに作動距離可変対物レンズを取り付けた場合、接眼レンズを高倍率のものに交換することにより倍率の低下をカバーすることが出来るが、観察しにくくなる上立体感の減少をまねく。

4

【0020】更に、手術用の顕微鏡においては、照明光を観察光軸と同軸にして物体面を照明することが望まれ、図11(C)に示すように対物レンズより物体側に配置したハーフミラーHMを通して照明光を物体面へ導くようにしたものが提案されている。この図11(C)のような構成にした場合、ハーフミラーHMが配置されている分だけ機械的な作動距離WD(m)が短くなる。この機械的な作動距離が適切な値になるようにするためには、対物レンズの光学的作動距離を大にしなければならず、対物レンズの焦点距離が長くなる。このように対物レンズの焦点距離が長くなると、倍率及び立体感が減少し好ましくない。

【0021】本発明は、焦点距離が作動距離とほぼ同じかそれよりも小である作動距離可変対物レンズを備えた実体顕微鏡を提供することを目的としている。

【0022】

【課題を解決するための手段】本発明の実体顕微鏡は、単一の対物光学系の後方に接眼光学系を配置した実体顕微鏡で、前記対物光学系が少なくとも二つのレンズ群よりなり、各レンズ群間の間隔のうち少なくとも一つの間隔の光路長を変化させることにより作動距離を変え得るようにしたものである。前記対物光学系のうち物体より最も遠い面を眼側に凹の面としたことを特徴としている。

【0023】本発明の実体顕微鏡は、例えば従来の実体顕微鏡で物体側から順に負の群と正の群とよりなる作動距離可変対物レンズにおける正の群の最も物体から遠い面を凹面にしたもので、作動距離可変のための負の群と正の群の移動量(間隔の変化量)を従来例における移動量と変えることなしに、正の群の主点位置を負の群に近づけることが出来るので、焦点距離を作動距離に近づけることが出来る。その結果、負の群のパワーを強くすることなく、対物レンズ全体の焦点距離を小さくすることが出来る。

【0024】図11は以上の点の説明のためのものである。この図では対物レンズの物体から遠い位置に設けた負の凹面を独立した負のパワー10として描いてあるが、これは必ずしも最も遠い位置に独立した負レンズを設けるということではない。この図11(A)と式(5')に基づいて説明する。図に示すように凹面の負のパワーの存在により対物レンズ全体はあたかも物体側より負-正-負の如きパワー配置となり、軸上物点からのマージナル光線は実線のように進むことになる。

【0025】仮に負の群が従来のものと同じレンズであるとすれば、負の群による像位置 $L_o$ は変わらない。この状態で凹面の負のパワー10がないものとして同じ状態を実現するには、図中負の群と正の群の間に描かれている縦線11の位置に焦点距離 $f_o = L_o + D$ のパワーを配置すればよい。

【0026】すなわち、凹面を設けた結果、より焦点距

5

離の短い正レンズを負の群により近い位置に配置したのと同様の効果が生ずる。

【0027】ここで、近づけたことに相当する効果、すなわち負の群を正の群の主点間隔の減少と正の群の焦点距離を短くしたことに相当する効果すなわち  $f_o$  の減少は等しいから結局、凹面を設けたことは等価的に従来例に対し負の群をそのままにして正の群の焦点距離  $f_o$  と主点距離  $D$  を同じだけ小さくしたことになる。

【0028】これにより(5')式からわかるように  $f_o/W$  の値を小さくできるのである。このことを、前掲の従来例のうちの例1~4にもとづいて、実際に求めたものが下記の例1~4である。つまり西独実用新案第9003458号に記載された実施例1~4において、負のレンズ群の焦点距離と移動量を保ったまま正のレンズ群の主点位置を負のレンズ群に近づけた場合の例を示す。

## 例1

$f_o = -108.1$ ,  $f_p = 80$

$D = 15.5$  の時  $WD = 160$ ,  $f_o = 198.4$ ,  $f_o/W$   
 $D = 1.2$

$D = -6.4$  の時  $WD = 430$ ,  $f_o = 398.2$ ,  $f_o/W$   
 $D = 0.93$

## 例2

$f_o = -116$ ,  $f_p = 80$

$D = 14.6$  の時  $WD = 150$ ,  $f_o = 183.4$ ,  $f_o/W$   
 $D = 1.2$

$D = -12.2$  の時  $WD = 450$ ,  $f_o = 390.3$ ,  $f_o/W$   
 $D = 0.87$

## 例3

$f_o = -125.4$ ,  $f_p = 80$

$D = 11.7$  の時  $WD = 150$ ,  $f_o = 175.7$ ,  $f_o/W$   
 $D = 1.2$

$D = -18.1$  の時  $WD = 450$ ,  $f_o = 367.1$ ,  $f_o/W$   
 $D = 0.82$

## 例4

$f_o = -132.5$ ,  $f_p = 90$

$D = 11.4$  の時  $WD = 193.3$ ,  $f_o = 221.1$ ,  $f_o/W$   
 $WD = 1.1$

$D = -10.1$  の時  $WD = 409$ ,  $f_o = 367.8$ ,  $f_o/W$   
 $D = 0.9$

6

\*上記の例をみればわかるように、本発明によれば、 $D$  の変化量が前掲の西独実用新案の実施例の  $D$  の変化量と同じで焦点距離を作動距離に近づけることが出来る。尚  $D < 0$  は、正の群の主点位置が負の群の主点位置よりも物体側にあることを意味する。

【0029】又従来の実体顕微鏡の対物レンズのように、正の群の物体から最も遠い面が凸面であり、正の群の主点が正の群内に位置する場合には、単に正の群のパワーを強くして負の群に近づけても、同様に焦点距離を作動距離に近づけることが出来るが、その場合、負の群と正の群との間の間隔の変化量が小になり又負の群のパワーも強くなるため収差補正が困難になる。また物理的にも負の群と正の群とを近づける距離に限界があるため効果的ではない。

【0030】以上の理由から正の群の主点位置を負の群に近づける手段として最も効果的なのは、物体側から最も遠い面を凹面にすることである。これによって光線を無理なく徐々に広げることが出来、収差の発生を抑え更に全長の増大も抑えることが出来る。また、これによって前記のような従来の実体顕微鏡の対物レンズの正の群を負の群と正の群との二つに分けた合成された群とし、正のパワーの面を数面に分散させることが可能になり、一層良好に補正し得るようになる。

【0031】更に本発明の実体顕微鏡では図11の(B)のように対物光学系を従来の対物光学系の物体側より順に負の群、正の群の配置とは逆の配置にすることも可能である。このように対物光学系を、物体側より順に、正の群と負の群にて構成すれば、この図11の(B)からもわかるように、対物光学系の焦点距離を作動距離よりも小にすることが出来、総合倍率および立体感を増大させることが可能になる。

【0032】又、本発明の実体顕微鏡は、図11(C)に示すように対物レンズより物体側に同軸照明用のハーフミラー-HMを配置し機械的作動距離  $WD$  (mm) が減少しても、機械的作動距離と焦点距離とをほぼ等しくすることが出来、総合倍率や立体感を保つことが出来る。

## 【0033】

【実施例】次に本発明の実体顕微鏡の実施例を示す。

## 実施例1

\* 40

$r_1 = -94.399$	$d_1 = 5$	$n_1 = 1.61272$	$v_1 = 58.7$
$r_2 = 76.544$	$d_2 = 5.25$	$n_2 = 1.80518$	$v_2 = 25.4$
$r_3 = 197.905$	$d_3 = 30 \sim 15.32 \sim 1.27$		
$r_4 = 216.216$	$d_4 = 13.28$	$n_4 = 1.88300$	$v_4 = 40.8$
$r_5 = -108.417$	$d_5 = 1$		
$r_6 = 75.177$	$d_6 = 33.84$	$n_6 = 1.48749$	$v_6 = 70.2$
$r_7 = -66.907$	$d_7 = 11.63$	$n_7 = 1.84666$	$v_7 = 23.8$
$r_8 = 132.222$			

$d_3 = 30$  の時  $f_o = -123.1$ ,  $f_p = 80.5$

$D = 12.9$ ,  $WD = 150$ ,  $f_o = 180.0$ ,  $f_o/W$  1.2  $d_3 = 15.32$  の時  $f_o = -123.1$ ,  $f_p = 80.5$

7

8

D=-2 WD=250,  $f_o = 245.4$ ,  $f_o / WD = 0.98$  \* D=-16.2 WD=450,  $f_o = 376.3$ ,  $f_o / WD = 0.84$

$d_s = 1.27$ の時  $f_a = -123.1$ ,  $f_p = 80.5$  \* 【0034】実施例2

$r_1 = -81.612$	$d_1 = 5$	$n_1 = 1.51742$	$\nu_1 = 52.4$
$r_2 = 81.559$	$d_2 = 5$	$n_2 = 1.84666$	$\nu_2 = 23.8$
$r_3 = 158.464$	$d_3 = 30.96 \sim 15.34 \sim 0.2$		
$r_4 = 89.23$	$d_4 = 5$	$n_4 = 1.84666$	$\nu_4 = 23.8$
$r_5 = 82.517$	$d_5 = 14.64$	$n_5 = 1.81600$	$\nu_5 = 46.6$
$r_6 = -113.078$	$d_6 = 0.2$		
$r_7 = 63.174$	$d_7 = 7.08$	$n_7 = 1.88300$	$\nu_7 = 40.8$
$r_8 = 184.475$	$d_8 = 5.45$		
$r_9 = -125.044$	$d_9 = 6.68$	$n_9 = 1.75550$	$\nu_9 = 25.1$
$r_{10} = 52.766$			

$d_s = 30.96$ の時  $f_a = -129.8$ ,  $f_p = 82.8$  ※0.98  
D=13.2 WD=150,  $f_o = 180.0$ ,  $f_o / WD = 1.2$   $d_s = 0.2$ の時  $f_a = -129.8$ ,  $f_p = 82.8$   
D=-17.9 WD=450,  $f_o = 371.4$ ,  $f_o / WD = 0.83$

$d_s = 15.34$ の時  $f_a = -129.8$ ,  $f_p = 82.8$  \* 【0035】実施例3  
D=-2.6 WD=250,  $f_o = 243.8$ ,  $f_o / WD = 0.98$

$r_1 = -86.77$	$d_1 = 5$	$n_1 = 1.71300$	$\nu_1 = 53.9$
$r_2 = 57.366$	$d_2 = 6.76$	$n_2 = 1.85026$	$\nu_2 = 32.3$
$r_3 = 173.559$	$d_3 = 20 \sim 9.91 \sim 0.93$		
$r_4 = 173.271$	$d_4 = 13.42$	$n_4 = 1.88300$	$\nu_4 = 40.8$
$r_5 = -97.276$	$d_5 = 1 \sim 2.43 \sim 1.7$		
$r_6 = 68.771$	$d_6 = 28.83$	$n_6 = 1.55232$	$\nu_6 = 63.7$
$r_7 = -56.585$	$d_7 = 5$	$n_7 = 1.84666$	$\nu_7 = 23.8$
$r_8 = 110.538$			

$d_s = 20$ ,  $d_s = 1$ の時  $f_a = -91.9$ ,  $f_p = 67.7$ , D=10.7, WD=150,  $f_o = 180.0$ ,  $f_o / WD = 1.2$  ★  $d_s = 0.93$ ,  $d_s = 1.7$ の時  $f_a = -91.9$ ,  $f_p = 67.7$ , D=-8.7  
 $d_s = 9.91$ ,  $d_s = 2.43$ の時  $f_a = -91.9$ ,  $f_p = 67.7$ , WD=450,  $f_o = 400.2$ ,  $f_o / WD = 0.89$   
4, D=0.2 30 【0036】実施例4

WD=250,  $f_o = 252.7$ ,  $f_o / WD = 1.0$  ★

$r_1 = -116.109$	$d_1 = 5$	$n_1 = 1.76200$	$\nu_1 = 40.1$
$r_2 = 124.714$	$d_2 = 5$	$n_2 = 1.84666$	$\nu_2 = 23.8$
$r_3 = 398.541$	$d_3 = 31.24 \sim 15.77 \sim 1$		
$r_4 = 272.964$	$d_4 = 12.26$	$n_4 = 1.88300$	$\nu_4 = 40.8$
$r_5 = -110.308$	$d_5 = 1 \sim 16.47 \sim 31.24$		
$r_6 = 73.695$	$d_6 = 34.05$	$n_6 = 1.56873$	$\nu_6 = 63.1$
$r_7 = -71.846$	$d_7 = 11.44$	$n_7 = 1.85026$	$\nu_7 = 32.3$
$r_8 = 98.97$			

$d_s = 31.24$ ,  $d_s = 1$ の時  $f_a = -123.9$ ,  $f_p = 81.1$ , D=13.2 40 WD=250,  $f_o = 237.3$ ,  $f_o / WD = 0.95$   
WD=150,  $f_o = 180.0$ ,  $f_o / WD = 1.2$   $d_s = 1$ ,  $d_s = 31.24$ の時  $f_a = -123.9$ ,  $f_p = 76.0$ , D=-21.2  
 $d_s = 15.77$ ,  $d_s = 16.47$ の時  $f_a = -123.9$ ,  $f_p = 78.4$ , D=-4.4 WD=450,  $f_o = 352.7$ ,  $f_o / WD = 0.78$   
【0037】実施例5

$r_1 = -72.695$	$d_1 = 15.71$	$n_1 = 1.77250$	$\nu_1 = 49.6$
$r_2 = -66.231$	$d_2 = 1$		
$r_3 = -25734.747$	$d_3 = 18.14$	$n_3 = 1.55232$	$\nu_3 = 63.7$
$r_4 = -54.238$	$d_4 = 5$	$n_4 = 1.84666$	$\nu_4 = 23.8$
$r_5 = -93.496$	$d_5 = 1$		
$r_6 = 129.011$	$d_6 = 9.15$	$n_6 = 1.88300$	$\nu_6 = 40.8$



9

10

$r_7 = -528.415$        $d_7 = 30 \sim 11.2 \sim 1.06$   
 $r_8 = -470.214$        $d_8 = 5$        $n_8 = 1.84666$        $\nu_8 = 23.8$   
 $r_9 = -89.676$        $d_9 = 5$        $n_9 = 1.88300$        $\nu_9 = 40.8$   
 $r_{10} = 76.104$

$f_s = -71.8$ ,  $f_p = 66.3$

\*WD=250,  $f_s = 228.3$ ,  $f_p / WD = 0.91$

$d_7 = 30$ の時  $f_s = -71.8$ ,  $f_p = 66.3$ ,  $D = -34.1$

$d_7 = 1.06$ の時  $f_s = -71.8$ ,  $f_p = 66.3$ ,  $D = -5.1$

WD=150,  $f_s = 120.0$ ,  $f_p / WD = 0.8$

WD=450,  $f_s = 444.9$ ,  $f_p / WD = 0.99$

$d_7 = 11.2$ の時  $f_s = -71.8$ ,  $f_p = 66.3$ ,  $D = -15.4$  \* 【0038】実施例6

$r_1 = 496.433$        $d_1 = 10.603$        $n_1 = 1.72916$        $\nu_1 = 54.68$   
 $r_2 = -46.77$        $d_2 = 5.8$        $n_2 = 1.84666$        $\nu_2 = 23.78$   
 $r_3 = -100.961$        $d_3 = 0.2$   
 $r_4 = 111.506$        $d_4 = 5.8$        $n_4 = 1.741$        $\nu_4 = 52.68$   
 $r_5 = 3383.857$        $d_5 = 27.353 \sim 3.911$   
 $r_6 = -260.542$        $d_6 = 5.344$        $n_6 = 1.84666$        $\nu_6 = 23.78$   
 $r_7 = -49.97$        $d_7 = 4.9$        $n_7 = 1.7859$        $\nu_7 = 44.18$   
 $r_8 = 67.721$

$d_5 = 27.353$ の時  $f_s = -72.46$ ,  $f_p = 72.958$ ,  $D = -3$  ※WD=315,  $f_s = 249.316$ ,  $f_p / WD = 0.79$

5.742

$d_5 = 3.911$ の時  $f_s = -72.46$ ,  $f_p = 72.958$ ,  $D = -12.3$

WD=215,  $f_s = 150$ ,  $f_p / WD = 0.7$

$d_5 = 13.314$ の時  $f_s = -72.46$ ,  $f_p = 72.958$ ,  $D = -2$  20 WD=515,  $f_s = 447.954$ ,  $f_p / WD = 0.87$

1.703

※ 【0039】実施例7

$r_1 = -1396.503$        $d_1 = 5.8$        $n_1 = 1.883$        $\nu_1 = 40.78$   
 $r_2 = -145.126$        $d_2 = 0.2$   
 $r_3 = 89.574$        $d_3 = 5.8$        $n_3 = 1.84666$        $\nu_3 = 23.78$   
 $r_4 = 43.977$        $d_4 = 11.094$        $n_4 = 1.6968$        $\nu_4 = 55.52$   
 $r_5 = -369.023$        $d_5 = 27.253 \sim 0.823$   
 $r_6 = -249.999$        $d_6 = 4.9$        $n_6 = 1.72916$        $\nu_6 = 54.68$   
 $r_7 = 33.227$        $d_7 = 4.953$        $n_7 = 1.85026$        $\nu_7 = 32.28$   
 $r_8 = 58.947$

$d_5 = 27.253$ の時  $f_s = -72.695$ ,  $f_p = 75.016$ ,  $D = -41.429$  30★WD=315,  $f_s = 236.347$ ,  $f_p / WD = 0.75$

$d_5 = 0.823$ の時  $f_s = -72.695$ ,  $f_p = 75.016$ ,  $D = -14.999$

WD=215,  $f_s = 139.443$ ,  $f_p / WD = 0.65$

$d_5 = 11.219$ の時  $f_s = -72.695$ ,  $f_p = 75.016$ ,  $D = -25.395$  ★ WD=515,  $f_s = 430.155$ ,  $f_p / WD = 0.84$

★ 【0040】実施例8

$r_1 = 166.942$        $d_1 = 5.8$        $n_1 = 1.80518$        $\nu_1 = 25.43$   
 $r_2 = 63.844$        $d_2 = 9.971$        $n_2 = 1.618$        $\nu_2 = 63.38$   
 $r_3 = -158.253$        $d_3 = 0.2$   
 $r_4 = 127.687$        $d_4 = 5.8$        $n_4 = 1.741$        $\nu_4 = 52.68$   
 $r_5 = -410.021$        $d_5 = 27.712 \sim 0.834$   
 $r_6 = -264.889$        $d_6 = 4.9$        $n_6 = 1.72916$        $\nu_6 = 54.68$   
 $r_7 = 33.597$        $d_7 = 5.617$        $n_7 = 1.85026$        $\nu_7 = 32.28$   
 $r_8 = 62.657$

$d_5 = 27.712$ の時  $f_s = -78.371$ ,  $f_p = 76.574$ ,  $D = -38.21$

WD=315,  $f_s = 252.353$ ,  $f_p / WD = 0.8$

$d_5 = 0.834$ の時  $f_s = -78.371$ ,  $f_p = 76.574$ ,  $D = -11.332$

WD=215,  $f_s = 150$ ,  $f_p / WD = 0.7$

$d_5 = 11.486$ の時  $f_s = -78.371$ ,  $f_p = 76.574$ ,  $D = -21.984$  WD=515,  $f_s = 457.062$ ,  $f_p / WD = 0.89$

【0041】実施例9

$r_1 = 341.982$        $d_1 = 5.8$        $n_1 = 1.72916$        $\nu_1 = 54.68$   
 $r_2 = -124.091$        $d_2 = 0.2$   
 $r_3 = 127.419$        $d_3 = 9.163$        $n_3 = 1.618$        $\nu_3 = 63.38$

11

12

$r_4 = -80.46$	$d_4 = 5.8$	$n_4 = 1.84666$	$v_4 = 23.78$
$r_5 = -270.425$	$d_5 = 29.237 \sim 0.562$		
$r_6 = -251.974$	$d_6 = 4.9$	$n_6 = 1.84666$	$v_6 = 23.78$
$r_7 = -57.244$	$d_7 = 4.9$	$n_7 = 1.7859$	$v_7 = 44.18$
$r_8 = 75.009$			

$d_5 = 29.237$  の時  $f_s = -77.365$ ,  $f_p = 77.283$ ,  $D = -42.121$

$WD = 215$ ,  $f_s = 141.643$ ,  $f_p / WD = 0.66$

$d_5 = 11.764$  の時  $f_s = -77.365$ ,  $f_p = 77.283$ ,  $D = -24.648$

\*  $WD = 315$ ,  $f_s = 241.781$ ,  $f_p / WD = 0.77$

$d_5 = 0.562$  の時  $f_s = -77.365$ ,  $f_p = 77.283$ ,  $D = -13.446$

$WD = 515$ ,  $f_s = 442$ ,  $f_p / WD = 0.86$

\* 10 【0042】実施例10

$r_1 = 188.249$	$d_1 = 5.5$	$n_1 = 1.84666$	$v_1 = 23.78$
$r_2 = 65.21$	$d_2 = 10.15$	$n_2 = 1.6968$	$v_2 = 55.52$
$r_3 = -145.097$	$d_3 = 0.2$		
$r_4 = 127.251$	$d_4 = 5.5$	$n_4 = 1.72$	$v_4 = 50.25$
$r_5 = -1556.541$	$d_5 = 29.299 \sim 0.92$		
$r_6 = -433.572$	$d_6 = 4.751$	$n_6 = 1.84666$	$v_6 = 23.78$
$r_7 = -67.376$	$d_7 = 4.6$	$n_7 = 1.795$	$v_7 = 45.29$
$r_8 = 71.722$			

$d_5 = 29.299$  の時  $f_s = -80.933$ ,  $f_p = 77.916$ ,  $D = -39.02$

$WD = 215$ ,  $f_s = 149.997$ ,  $f_p / WD = 0.7$

$d_5 = 12.098$  の時  $f_s = -80.933$ ,  $f_p = 77.916$ ,  $D = -21.822$

$WD = 315$ ,  $f_s = 253.867$ ,  $f_p / WD = 0.81$

$d_5 = 0.92$  の時  $f_s = -80.933$ ,  $f_p = 77.916$ ,  $D = -10.644$

$WD = 515$ ,  $f_s = 461.604$ ,  $f_p / WD = 0.9$

ただし  $r_1$ ,  $r_2$ , ... は各レンズ面の曲率半径,  $d_1$ ,  $d_2$ , ... は各レンズの肉厚,  $n_1$ ,  $n_2$ , ... は各レンズの屈折率,  $v_1$ ,  $v_2$ , ... は各レンズのアッベ数である。

【0043】上記実施例中、実施例1および2は図1、図2に示す構成で、物体側より負のレンズ群と正のレンズ群とよりなりその最も眼側の面が凹面になっており、この負のレンズ群と正のレンズ群との光路長間隔を変化させて作動距離を変えている。

【0044】これら実施例は、正のレンズ群の正のパワーを持つ面で発生する球面収差および色収差を正のレンズ群の接合面で発生させている球面収差、色収差で打ち消されるようにしてあり、又負のレンズ群の接合面以外の面で発生する球面収差および色収差を負のレンズ群の接合面で発生する球面収差、色収差で打ち消し、両レンズ群での上記収差の残存収差を両レンズ群で互いに打ち消すようにしてある。又正の単レンズを設けたことにより、正のパワーを分散させて、収差が良好に補正されるようにしている。

【0045】又実施例3および4は、図3、4に示すもので、物体側より順に負のレンズ群である第1群と正のレンズ群である第2群との間および前記第2群と負のレンズ群である第3群との間の両方の光路長間隔を変化さ

せて作動距離を変化させている。

20 【0046】更に実施例5は図5に示すもので、物体側から順に正のレンズ群と負のレンズ群とからなり、両レンズ群間の光路長間隔を変化させて作動距離を変化させている。このタイプの光学系では、対物光学系の焦点距離を作動距離よりも小さく出来るので、総合倍率および立体感を増大させることが出来る。また同じ立体感を得る場合は基線長を小さくすることが出来る。

【0047】この実施例5の対物レンズは、次に述べる実施例6乃至実施例10のレンズ系よりも、正のレンズ群に1枚多くレンズを使用している。これによって諸収差が一層良好に補正され、より高いNAの対物レンズに

40 【0048】実施例6乃至実施例10は、図6乃至図10に示すもので、実施例5と同じく、物体側から順に、正のレンズ群と負のレンズ群とからなり、両レンズ群間の光路長間隔を変化させて作動距離を変化させるようにした。これら実施例は、実施例5の光学系とは異なり、対物レンズの全長を極力小さくするために、正のレンズ群を正の接合レンズと正の単レンズとから構成されている。

【0049】これらレンズ群は、前記のように正のレンズ群と負のレンズ群の間隔を変化させて作動距離を変化させるようにしてあるので、すべての作動距離において収差が良好に補正されるように各レンズ群単体で収差の発生を抑えるようにしている。そして夫々のレンズ群での残存収差を互いに打ち消し合うようにして全系の収差が良好に補正されるようにしている。そのために両レンズ群とも接合レンズを用い、接合レンズの接合面前後の硝材の屈折率差と分散の違いを利用してレンズ群単体での球面収差および色収差を良好に補正している。

50 【0050】又、全長を極力小さくするためには、各群

のパワーを大にしなければならない。又正のレンズ群は負のレンズ群に比べ光線高が大になる。そのために特に正のレンズ群は、収差を補正しにくい。そこで正のレンズ群に正の単レンズを加えて収差を良好に補正しつつ全長が長くないようにしている。

【0051】実施例6および実施例7は、前記の正の単レンズを正の接合レンズの負レンズ側に配置したものである。これら実施例は、軸上マージナル光線が、正レンズの接合面で光軸に対し傾いて入射し、接合面で垂直入射に近くなる。このように、接合面で垂直入射に近くなるほど色消し効果が弱くなる。これをさけるためには、接合面の曲率を強くしなければならない。その結果、正レンズの縁肉が小になり、肉厚を大にしなければならなくなり、全長が大になる。しかし、全長にさほど制限がなければ、このようなタイプでも収差を良好に補正出来る。

【0052】このように、軸上マージナル光線が接合面で垂直入射に近くなるのは、正の接合レンズの接合面の前後の面でのパワーが均等に配分されていないからである。例えば、実施例6は、正のレンズ群の中で正のパワーをもつ面は、 $r_1$ 、 $r_3$ 、 $r_4$ 、 $r_5$ である。これらの面のパワーは $r_1$ が0.0035であるのに対して $r_3 \sim r_5$ のパワーは0.034であり、接合面の前後でのパワーが均等に配分されていない。もともと色消し接合レンズは、正レンズと負レンズのアップ数の差を大きくとるために、使用できるガラスに制約があり、正レンズの屈折率は小さく、 $r_1$ にパワーを持たせることが困難になる。したがって、正のレンズ群のパワーはほとんど接合レンズの負レンズ側が持つことになり、軸上マージナル光線が接合面に垂直入射するようになる。実施例7につ

いても同様である。

【0053】実施例8乃至実施例10は、正の単レンズを正の接合レンズの正レンズ側に配置したものである。このように配置することによって、正の接合レンズの接合面の前後においてのパワー配分が均等に近くなり、軸上マージナル光線が接合面に垂直な方向に向かうことがなく、色消しにしやすい。

【0054】例えば、実施例8は、正のレンズ群の中で正のパワーを持つ面は $r_1$ 、 $r_3$ 、 $r_4$ 、 $r_5$ である。これらのうち $r_1$ のパワーは0.011であるのに対して $r_3$ 、 $r_4$ 、 $r_5$ のパワーは0.028である。又実施例6および実施例7に比べて正の接合レンズの接合面の曲率が小さい。したがって実施例6、7よりも実施例8～10のほうが収差を補正しやすい構成である。

【0055】実施例8乃至実施例10は、正のレンズ群

および、負のレンズ群の配置に夫々違いがある。正のレンズ群においては、実施例9のように、正の単レンズを物体側に配置することによって主点を物体側へ移動し、負のレンズ群との主点間隔を大きくすることが出来る。また、負のレンズ群においては、実施例8のように正のレンズ群を眼側に配置することにより主点を眼側に移動し同じく両レンズ群間の主点間隔を大きくすることが出来る。

【0056】これらの配置を組み合わせることによって主点間隔を調整して、仕様にあったレンズを設計することが出来る。例えば式(5')より主点間隔D(実施例6～10は負)が負側に大きければ大きい程 $f_0/WD$ を小さくすることが出来、又 $f_0/WD$ の値が決まっている時は $f_2$ を大きくすることが出来る。

【0057】尚上記の各実施例は、図12に示すような左右共通の単一変倍光学系11と組合わせた構成の実体顕微鏡に用いる作動距離可変対物レンズ12としてもよい。

【0058】

【発明の効果】本発明の実体顕微鏡によれば、作動距離可変対物レンズを備えその焦点距離が作動距離とほぼ同じかそれ以下に出来るので、総合倍率の低下や立体感の減少を緩和しあるいは増大させることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の断面図

【図2】本発明の実施例2の断面図

【図3】本発明の実施例3の断面図

【図4】本発明の実施例4の断面図

【図5】本発明の実施例5の断面図

【図6】本発明の実施例6の断面図

【図7】本発明の実施例7の断面図

【図8】本発明の実施例8の断面図

【図9】本発明の実施例9の断面図

【図10】本発明の実施例10の断面図

【図11】本発明の原理を説明する図

【図12】本発明において左右共通の変倍光学系とした時の構成を示す図

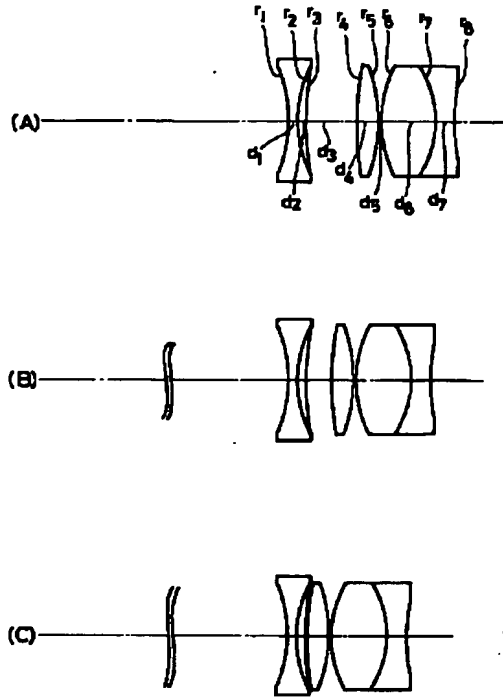
【図13】ガリレオ型実体顕微鏡の構成を示す図

【図14】単焦点対物レンズにおける焦点距離と作動距離の関係を示す図

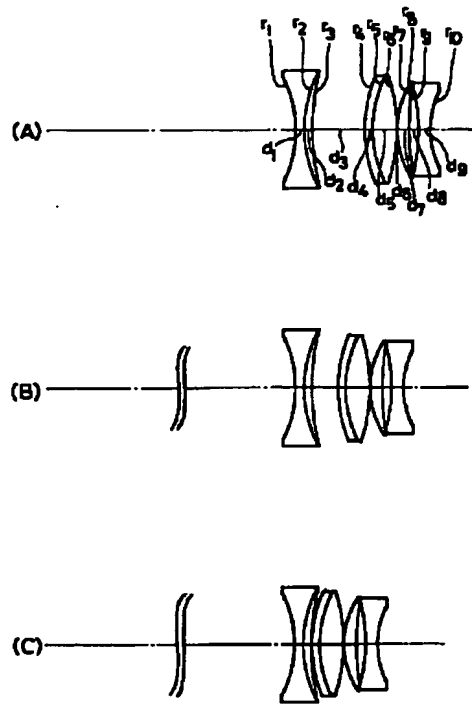
【図15】従来の作動距離可変対物レンズにおける焦点距離と作動距離の関係を示す図

【図16】上記従来の対物レンズのパワー配置を説明する図

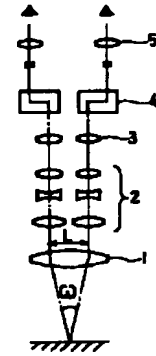
【図1】



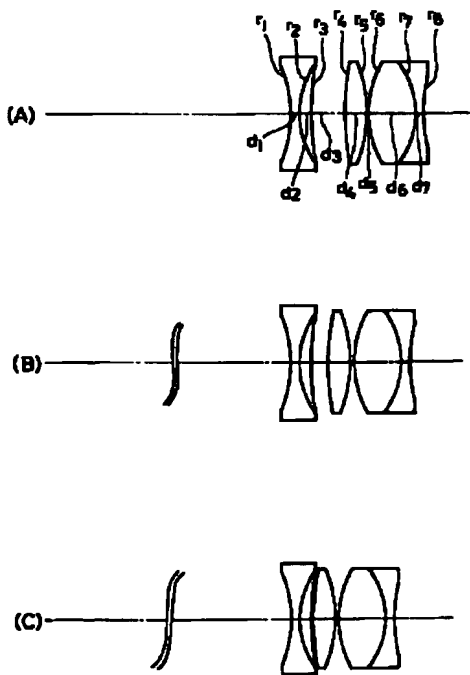
【図2】



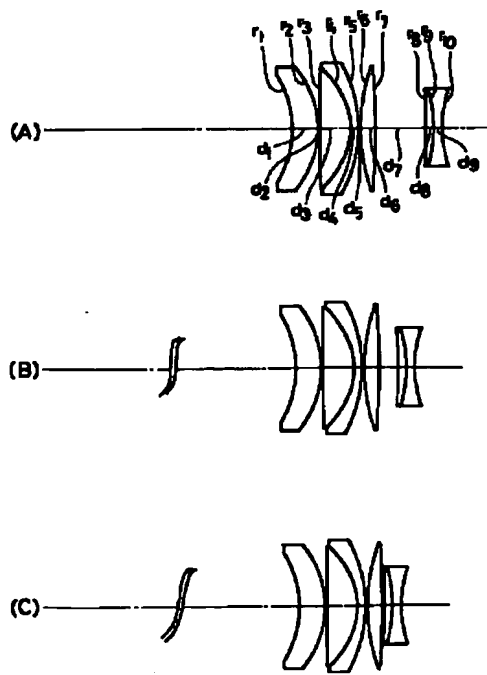
【図13】



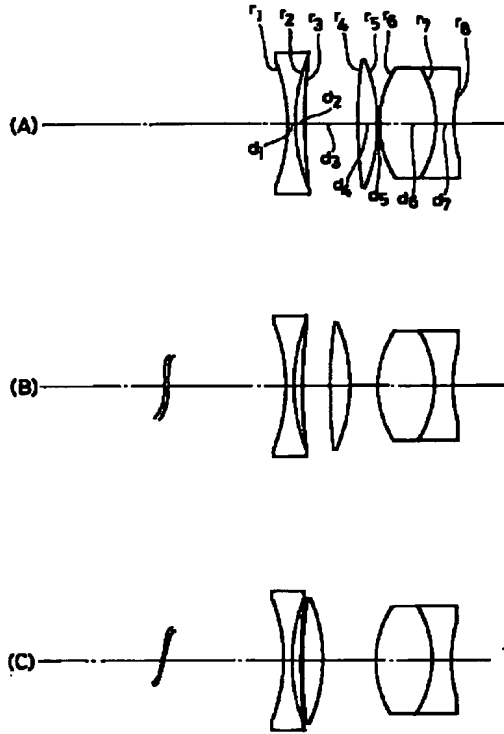
【図3】



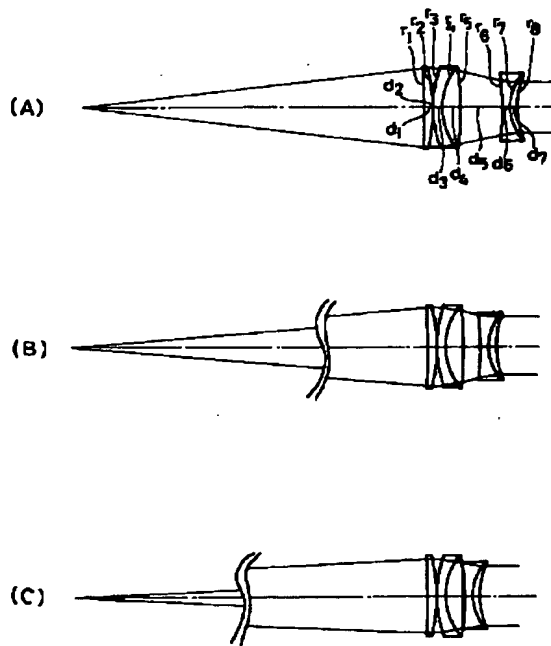
【図5】



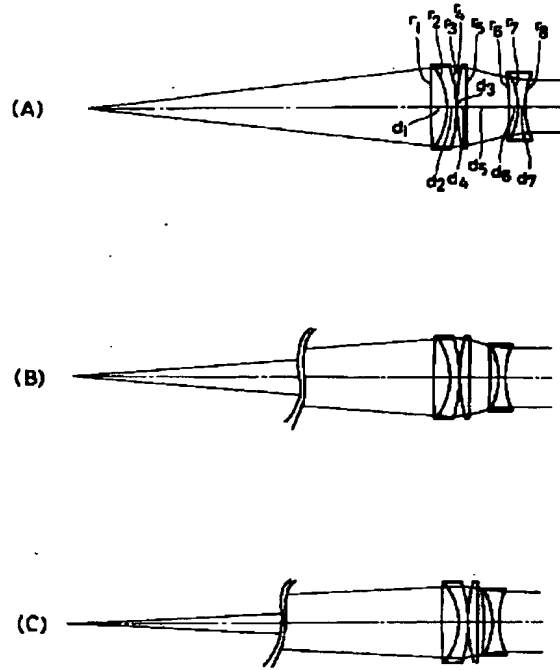
【図4】



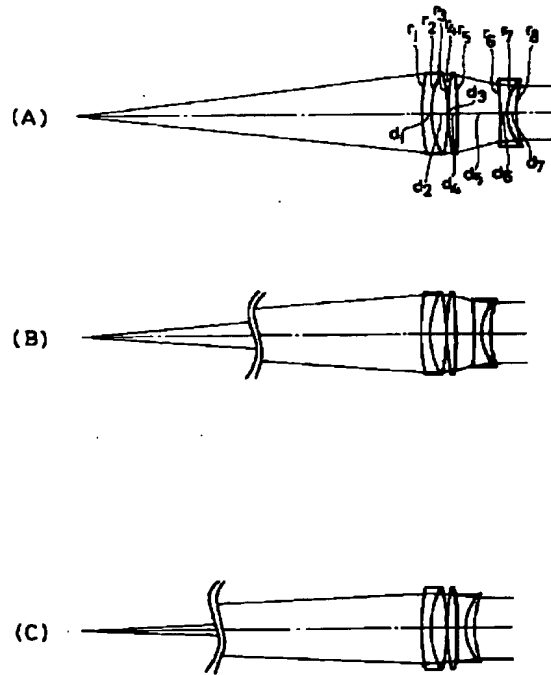
【図7】



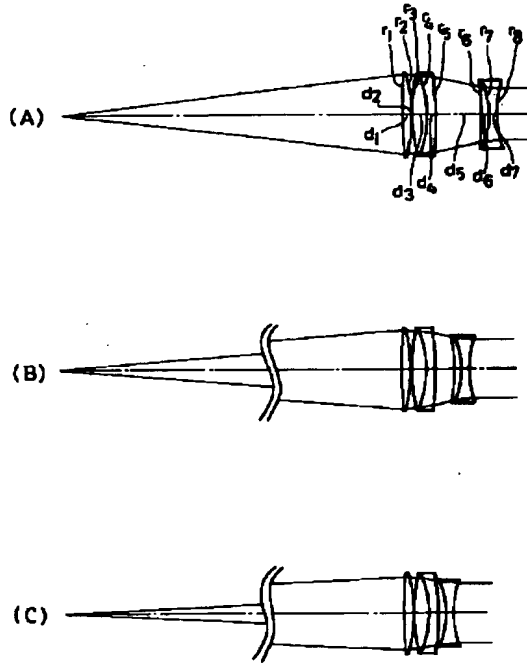
【図6】



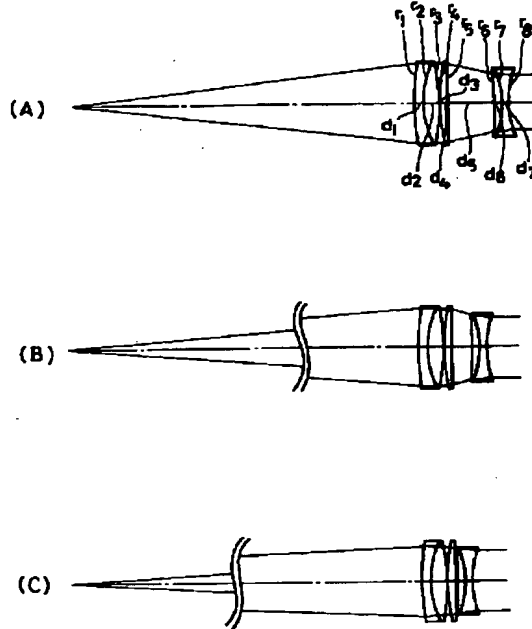
【図8】



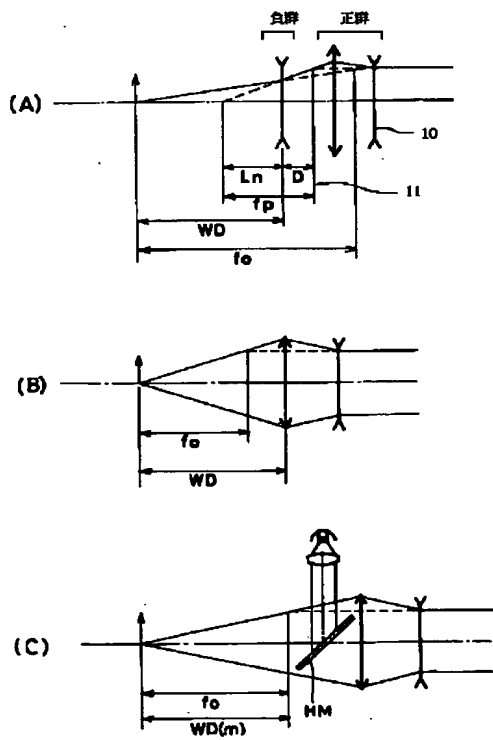
【図9】



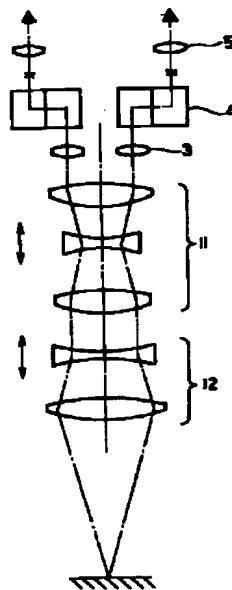
【図10】



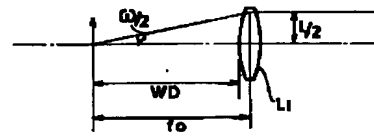
【図11】



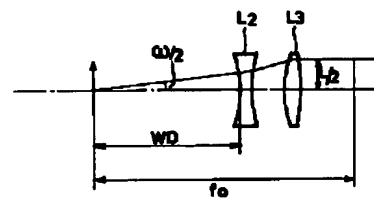
【図12】



【図14】



【図15】



【図16】

